

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL - actualização da cartografia 1:10 000

VIRGÍNIA MANTA, Câmara Municipal de Coimbra

A Deteção Remota como um instrumento de gestão e apoio à decisão





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

I – Introdução

II – Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

III – Interpretabilidade

IV – Atualização da cartografia 1:10 000

V – Conclusões gerais



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

→ I – Introdução

II – Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

III – Interpretabilidade

IV – Atualização da cartografia 1:10 000

V – Conclusões gerais



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Introdução

- Produtos QuickBird

Níveis de processamento:

- 1) *Basic Imagery* – É a que tem a menor quantidade de processamento (praticamente os dados em bruto),
- 2) *Standard* - Tem correcção geométrica e radiométrica e é entregue numa determinada projecção cartográfica
- 3) *Standard Ortho-ready* – Não tem correcção geométrica o que permite uma ortorectificação comparável com a obtida nos produtos *Basic Imagery*.
- 4) *Orthorectified Imagery* - Tem correcção geométrica, radiométrica, topográfica e é entregue numa determinada projecção cartográfica.

Tipos de produto:

- 1) Black & White (panchromatic) – Possibilita uma análise visual superior,
- 2) Multispectral – Cobre os comprimentos de onda do visível e infravermelho próximo (ideal para análises multiespectrais),
- 3) Bundle (black & white and multispectral),
- 4) Color (3-bandas cor natural ou infravermelho) – Produto que combina a informação visual das três bandas multiespectrais com a informação da banda pancromática,
- 5) Pan-sharpened (4-band) – Combina a informação visual das bandas multiespectrais com a informação espacial da banda pancromática.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*



- *Adquirida a 31-12-2004*
- *Ortho-Ready Archive*
- Cerca de 390 km²
- 60 cm de resolução espacial
- 4 bandas espectrais (*red, green, blue, near infrared*)
- Cobertura nebulosa nula
- *Geotiff, a 16 bits*
- DRA Off
- Reamostragem por *cubic convolution*
- Suporte DVD

Preço (2005): 5500.66 € + IVA

[6630.00 USD + 50 USD (envio)]

Nota: As coordenadas geográficas dos vértices da *shape* tiveram de ser fornecidas em WGS 84 (graus decimais).



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Introdução

MOTIVAÇÃO

- Em municípios com grande desenvolvimento urbanístico como é o caso de Coimbra, a cartografia entra em rápida desatualização.
- De forma a minimizar os custos de produção cartográfica, têm-se procurado desenvolver metodologias que permitam agilizar a atualização da cartografia, com recurso aos profissionais das câmaras municipais.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Introdução

MOTIVAÇÃO

- Os avanços tecnológicos obtidos na última década nos sensores dos satélites vieram demonstrar que é possível obter resoluções no solo na ordem do metro e superiores.
- Segundo vários estudos, as imagens provenientes destes sensores terão qualidade geométrica para execução de cartografia à escala 1:10.000 e até superior.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Introdução

MOTIVAÇÃO

- A Câmara Municipal de Coimbra dispõe de imagens de alta resolução dos satélites *IKONOS* e *QuickBird*.
- Atendendo à maior facilidade de manipulação de imagens de satélite, naturalmente equacionou-se a possibilidade de estas imagens serem utilizadas para actualização cartográfica.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Introdução

MOTIVAÇÃO

- Será que podemos usar estas imagens de baixo custo e rápido processamento sem comprometer a qualidade da cartografia, quer sob o ponto de vista métrico quer temático?
- Será que, de facto, podemos executar/atualizar cartografia na escala 1:10 000?
- Na realidade, que objetos conseguimos restituir do catálogo de objetos da Série Cartográfica Nacional 1:10 000 (SCN10K) do Instituto Geográfico Português?





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Introdução

MOTIVAÇÃO

Objetivo geral:

- Avaliação das potencialidades das imagens de satélite de alta resolução para execução de cartografia na escala 1.10.000, tendo por base as especificações da SCN10K, do Instituto Geográfico Português.

Objetivos específicos:

- Averiguar o nível de interpretabilidade da fusão das imagens pancromática e multiespectral do satélite *QuickBird*, existentes na Câmara Municipal de Coimbra.
- Tendo por base este nível, verificar que objetos da SCN10K é possível extrair por monorestituição e interpretação visual.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

I – Introdução

→ **II – Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala**

III – Interpretabilidade

IV – Atualização da cartografia 1:10 000

V – Conclusões gerais

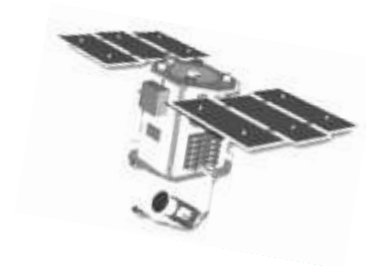


UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

QuickBird

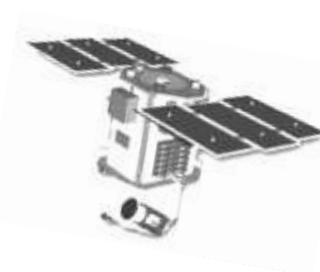
- É um satélite de observação da Terra;
- Foi desenvolvido pela DigitalGlobe;
- É o segundo satélite comercial de maior resolução, depois do *WorldView-1* (foi lançado a 17 de Setembro de 2007);
- Possui o maior tamanho de imagens na gama dos satélites comerciais e a maior capacidade de armazenamento a bordo;
- A aquisição pode ser feita em faixas (*strip mode*) ou áreas (*area mode*), podendo as faixas englobar até 10 cenas (165 km de extensão) numa única passagem do satélite ;





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala



Resumo dos principais dados do *QuickBird*:

Lançamento	18 Outubro 2001, Base Aérea de <i>Vandenberg</i> , Califórnia, EUA
Altitude	450 km de altitude
Órbita	97,2 graus de inclinação; hélio-síncrona
Largura da faixa	16,5 km no nadir (nominal)
Sensor Pancromático	Resolução espacial: 0,61 metros no nadir, 0,72 m a 25° do nadir.
Sensor Multiespectral	Resolução espacial: 2,44 metros no nadir, 2,88 m a 25° do nadir.
Dinâmica	11 bits/pixel





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

Para obtenção do produto cartográfico a partir das imagens QuickBird, vamos seguir as etapas:

- 1) Pré-processamento:
 - Correção radiométrica;
 - Transformação de bandas;
 - Correção geométrica.

- 2) Extração da informação.

- 3) Controlo da Qualidade.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

As imagens obtidas por satélite possuem distorções radiométricas e geométricas que foram introduzidas durante a sua aquisição.

Distorções radiométricas - Correspondem a alterações dos valores de intensidade dos elementos da imagem;

Distorções geométricas - Correspondem a alterações das posições absolutas ou relativas desses mesmos elementos.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Correção Radiométrica

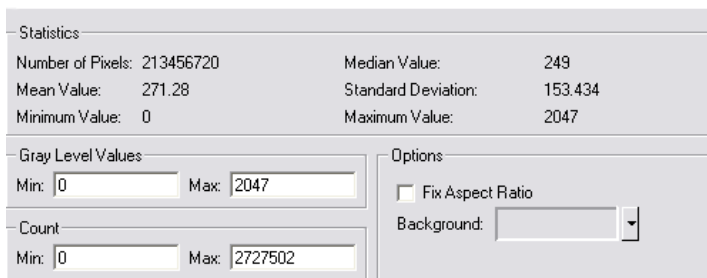
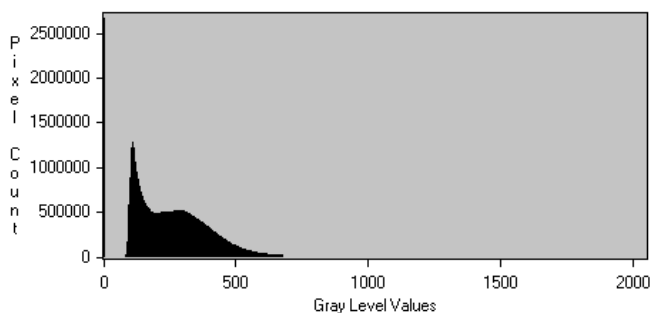
- Os *softwares* de processamento de imagens podem fazer gráficos da distribuição dos níveis de intensidade dos *pixels* de uma imagem. Esta distribuição é apresentada sob a forma de um histograma.
- Os histogramas permitem-nos verificar rapidamente o tipo de distribuição dos dados e obter dados estatísticos tais como o número total de *pixels*, os valores máximo e mínimo, a média, a mediana e o desvio padrão.



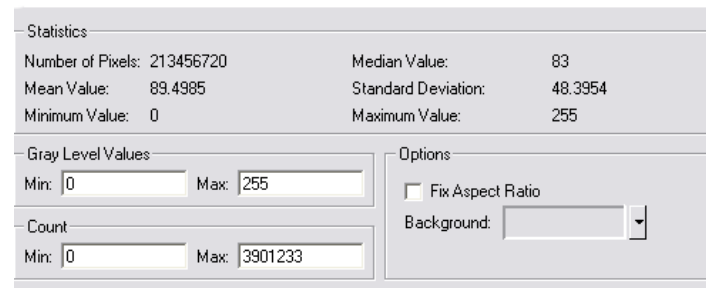
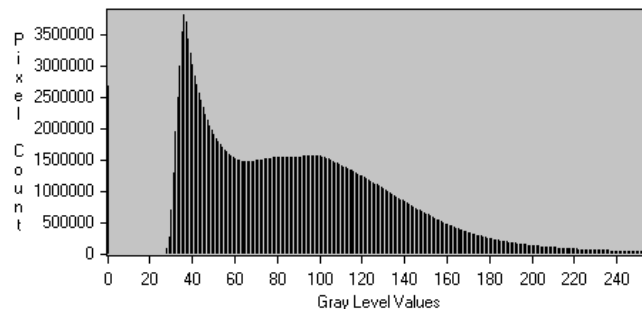
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

04DEC31113103-P2AS-005527673010_01_P001.TIF: 1



stretch_pan_div3.tif: 1



O eixo horizontal apresenta a distribuição dos níveis de intensidade, desde 0 até ao máximo valor do conjunto (ao valor 0 corresponde o preto e ao valor máximo corresponde o branco).

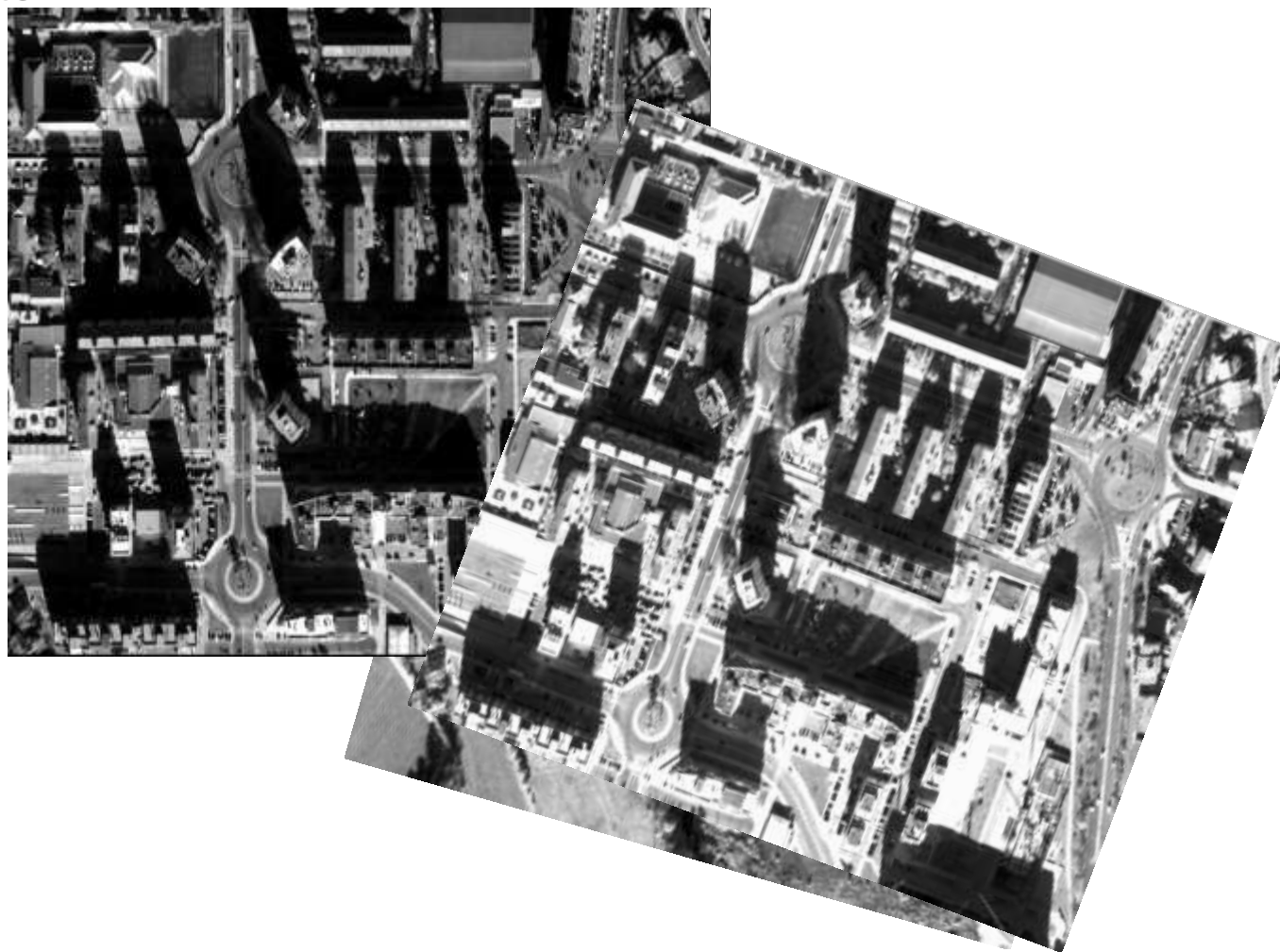
O eixo vertical apresenta a frequência ou quantos *pixels* cada nível tem na imagem.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

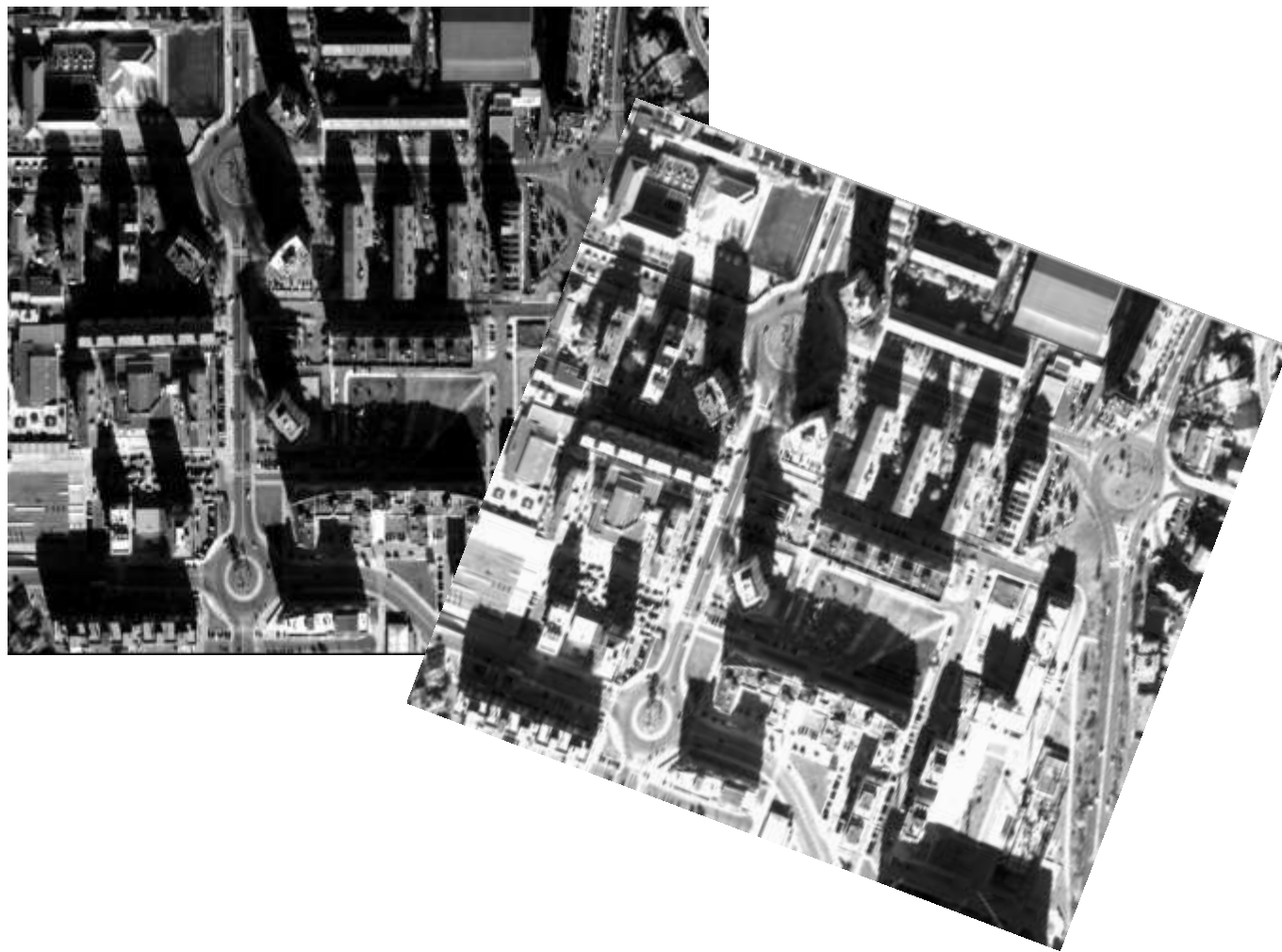
**Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala
- Pré-Processamento**





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

**Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala
- Pré-Processamento**





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Para obtenção do produto cartográfico a partir das imagens QuickBird, vamos seguir as etapas:

- 1) Pré-processamento:
 - **Correcção radiométrica;**
 - **Transformação de bandas;**
 - **Correcção geométrica.**

- 2) Extração da informação.

- 3) Controlo da Qualidade.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Fusão de Imagens

Define-se fusão de imagens como:

“[...] a combinação de duas ou mais imagens diferentes de modo a formar uma nova imagem mediante o uso de um determinado algoritmo” [Pohl98]

A fusão de dados imagem realiza-se com o objetivo de obter uma imagem que combine as características geométricas e radiométricas complementares de imagens provenientes de diferentes sensores, de modo a dispor de mais informação para a sua interpretação.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

De acordo com o *QB Imagery Products, Product Guide*, as técnicas utilizadas para criar produtos QuickBird *pan-sharpened* são:

- IHS (Intensity, Hue, Saturation) (Intensidade, Tonalidade, Saturação),
- PCA (Principal Components Analysis),
- Fusão baseada em wavelet, (DigitalGlobe Wavelet) e
- UNB – pansharp.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala
- Pré-Processamento

UNB - Pansharp



- Yun Zhang desenvolveu uma técnica de fusão de imagens pancromáticas e multiespectrais, que se designou por UNB-PANSHARP.

- Esta técnica permite que a imagem resultante da fusão tenha as características da imagem pancromática ao mesmo tempo que preserva a cor da imagem multiespectral.

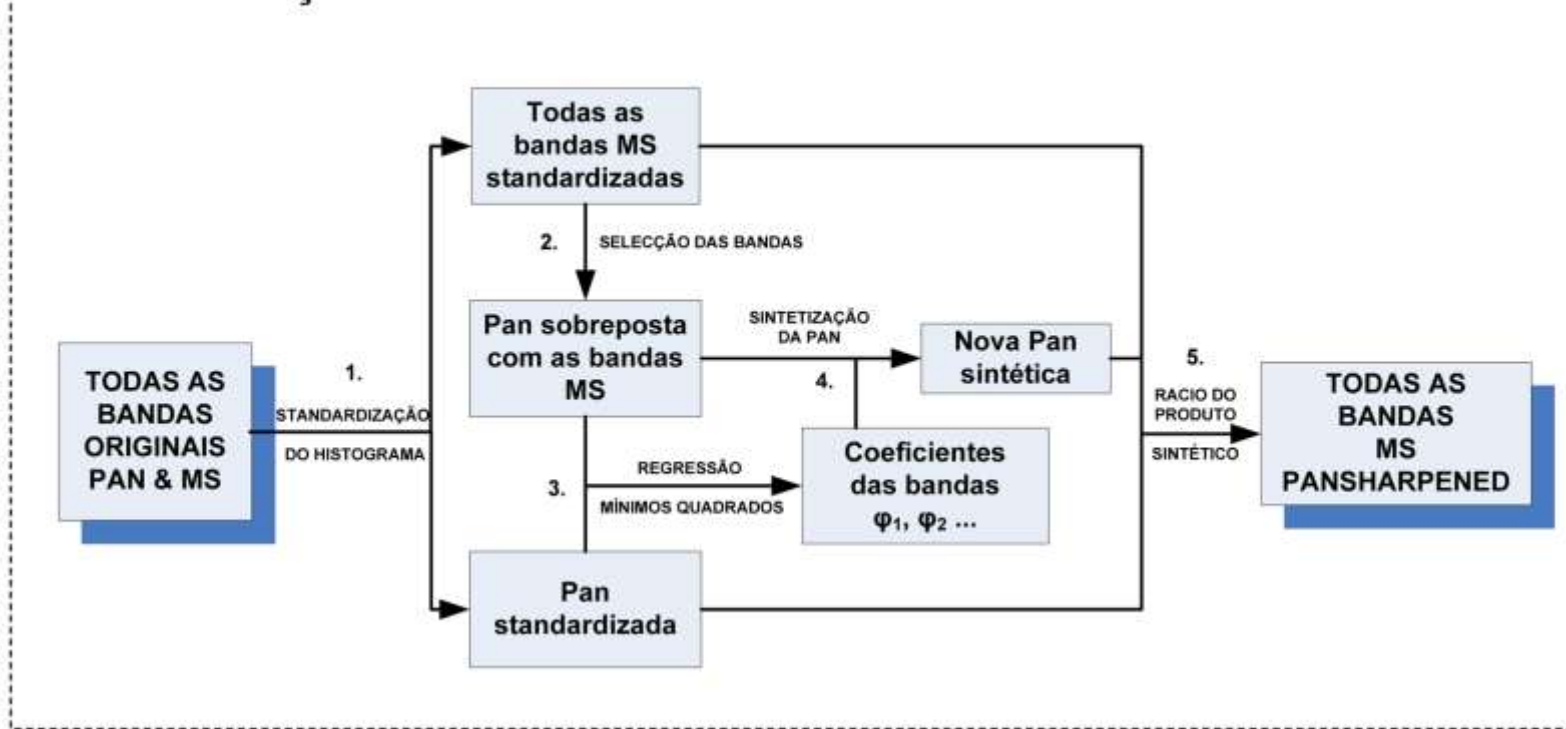




UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

TRANSFORMAÇÃO UNB - PANSHARP



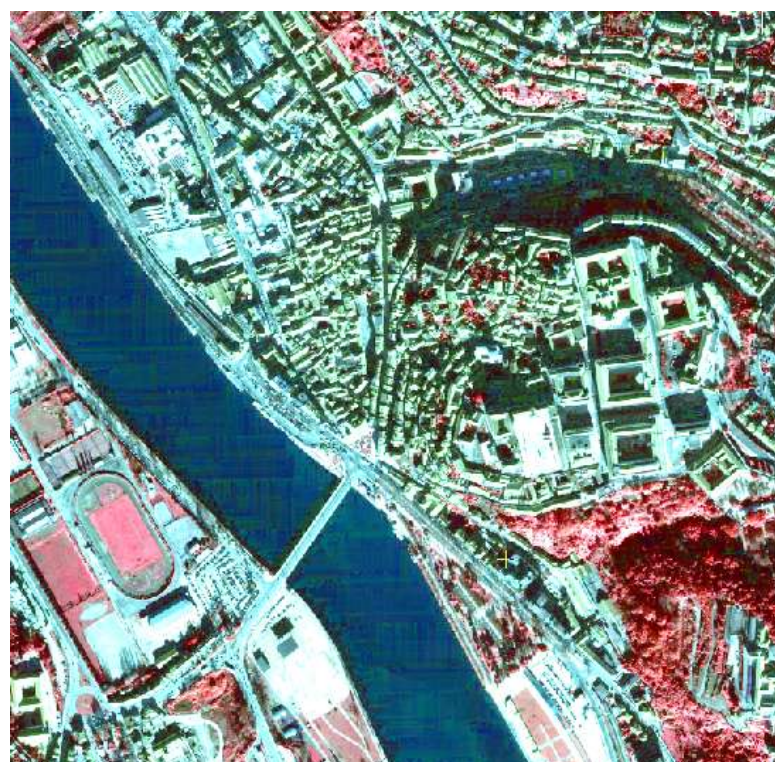


UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento



QuickBird, falsa cor (RGB = red, NIR, green - 3,4,2), determinação visual das texturas presentes na imagem.



QuickBird, falsa cor (RGB = NIR, red, green - 4,3,2), variações da vegetação.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

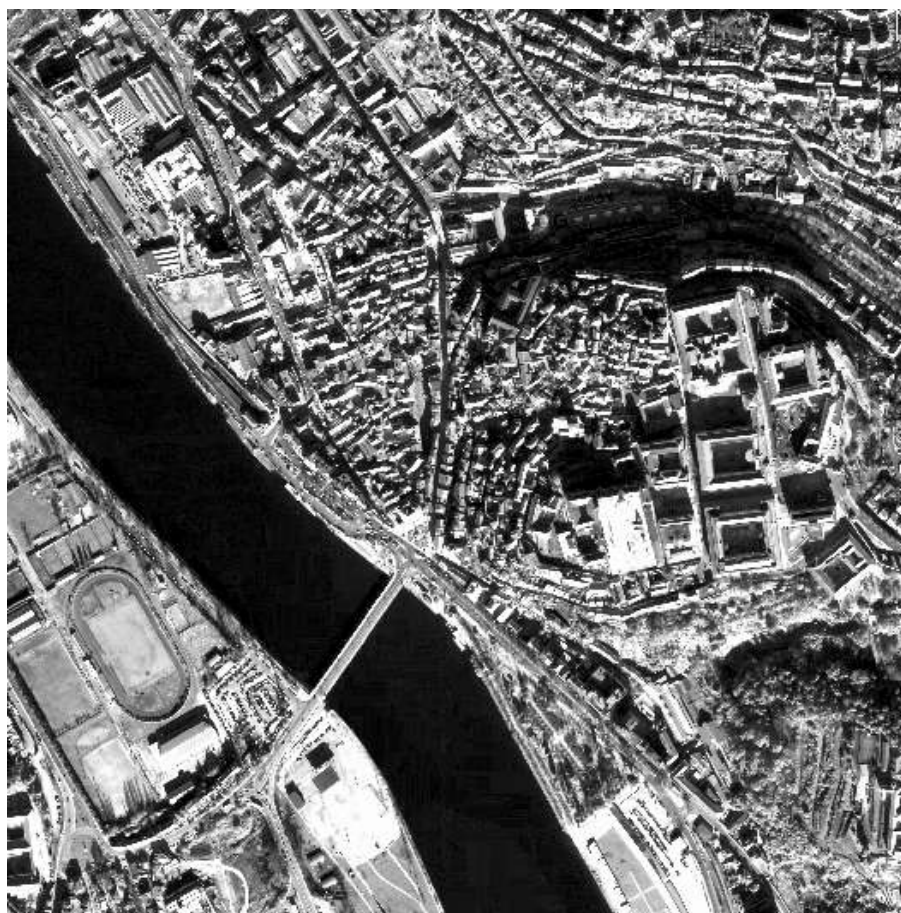


Imagem Pancromática com 0,6 m de resolução.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala
- Pré-Processamento



Imagem Multiespectral com 2,44 m de resolução.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala
- Pré-Processamento



Imagem *Pansharpened* com 0,6 m de resolução. RGB=3,2,1.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Para obtenção do produto cartográfico a partir das imagens QuickBird, vamos seguir as etapas:

- 1) Pré-processamento:
 - Correção radiométrica;
 - Transformação de bandas;
 - Correção geométrica.
- 2) Extração da informação.
- 3) Controlo da Qualidade.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Correção Geométrica

As imagens de detecção remota geralmente contêm distorções geométricas tão significativas que não podem ser usadas diretamente como informação de referência.

As fontes de distorção geométrica podem ser agrupadas em duas categorias genéricas:

- O **sistema de aquisição**, o qual inclui a orientação e movimento da plataforma e as características ótico-geométricas do sensor;
- O **objeto observado**, o qual leva em consideração a refração atmosférica e a morfologia do terreno.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

- Pré-Processamento

- Para corrigir as distorções geométricas das imagens de alta resolução é necessário o uso de um modelo ou função matemática.
- Podemos agrupar os modelos para orientação de imagens de satélite de alta resolução em três categorias:

Modelos *black-box* (como os Modelos de Funções Racionais (*RFM – Rational Function Models*));

Modelos de base física (modelos rigorosos), os quais levam em consideração vários aspectos que influenciam os procedimentos de aquisição;

Modelos cinzentos (como os Coeficientes Polinomiais Racionais (*RPC – Rational Polynomial Coefficients*)), nos quais as funções racionais são utilizadas com coeficientes conhecidos fornecidos nos metadados das imagens.

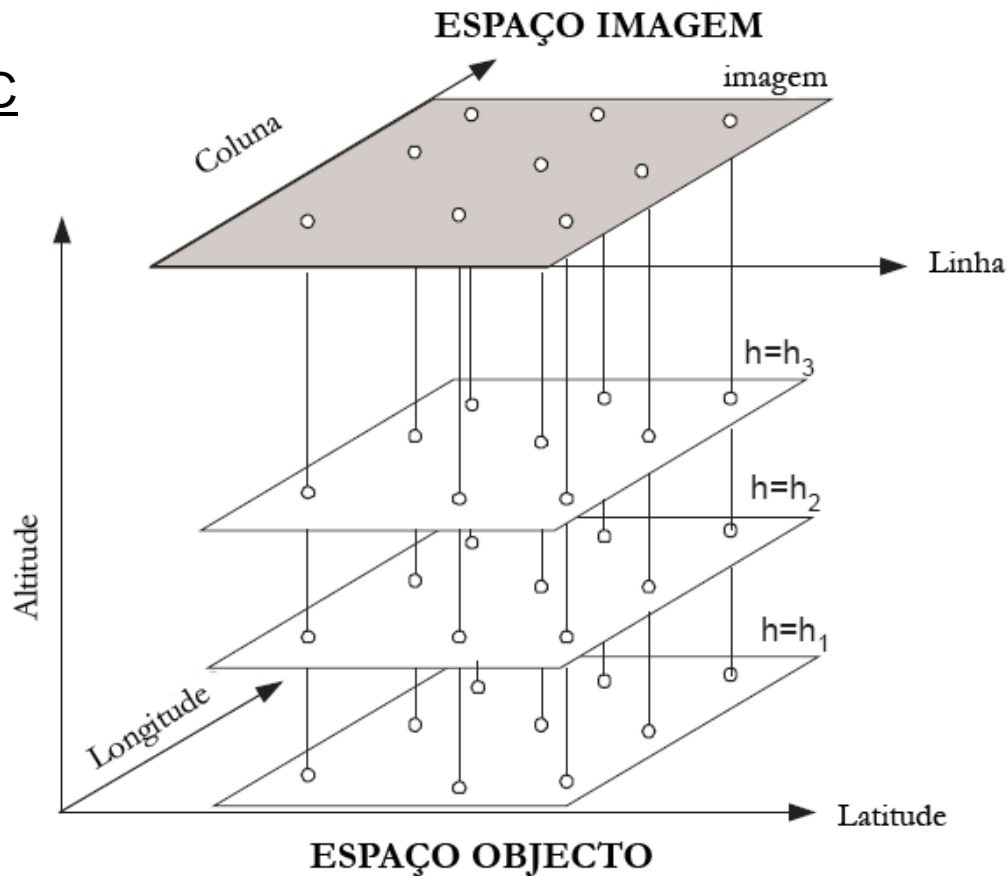




UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Modelo RPC





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Determinação de um sistema de coordenadas local

Na zona de Coimbra a diferença entre a ondulação do geóide e a altitude elipsoidal é de cerca de 55 metros. As cotas acima do geóide, designadas cotas ortométricas, devem ser adicionadas à ondulação do geóide para obtermos a altitude elipsoidal necessária à transformação de coordenadas e ortorrectificação.

Dado o rigor que se pretende no posicionamento dos pontos e no sentido de agilizar o processo de transformação de coordenadas (planimétricas e altimétricas) optou-se por determinar um *datum* local, que se designou *Datum73-C* e que se colocou na biblioteca de *Data* do *PCI Geomatica*.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

- Pré-Processamento

- Considerou-se um marco geodésico na região de Coimbra e tomaram-se as coordenadas geodésicas (longitude, latitude e altitude acima do elipsóide) dadas na página do IGP, no sistema *ETRS89/PT-TM06*.
- Consideraram-se também as coordenadas cartográficas *Datum73* desse mesmo marco, que foram convertidas para geográficas geodésicas no *Datum73* (usando o programa *Transcoord Pro*, do IGP)
- As coordenadas geográficas geodésicas nesses dois sistemas foram convertidas para coordenadas cartesianas geocêntricas (X,Y,Z).





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

- A sua subtração dá-nos os parâmetros locais de translação geocêntrica.

Translação X	-223,72
Traslação Y	110,03
Translação Z	35,97
Rotação X	0
Rotação Y	0
Rotação Z	0
Factor de escala	0

Parâmetros da transformação HGD73-C → WGS84

Para além da definição do datum local foi necessário definir a projeção cartográfica do *Datum73* .





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

- Testou-se o Modelo RPC (sem refinamentos), o Modelo RPC +1 Ponto de Controlo, o Modelo RPC +2 Pontos de Controlo e o Modelo RPC +15 Pontos de Controlo.
- Os Pontos de Controlo necessários para refinar o *Modelo RPC* foram obtidos a partir de ortofotos existentes na Câmara Municipal de Coimbra, com *pixel* de 50 cm. As cotas ortométricas foram lidas nos Modelos Numéricos Topográficos na escala 1:10 000, do Instituto Geográfico Português.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Verificou-se que a orientação com o *Modelo RPC* com 15 pontos apresentou o menor *Erro Quadrático Médio*, embora não difira muito do *Modelo RPC* com dois pontos.

2 pontos: $EQM_x = 1 \text{ m}$; $EQM_y = 0,42 \text{ m}$;

15 pontos: $EQM_x = 0,6 \text{ m}$; $EQM_y = 0,58 \text{ m}$;

Assim, para orientação da imagem pancromática e das imagens *pansharpened* recorreu-se ao *Modelo RPC* com 15 pontos.





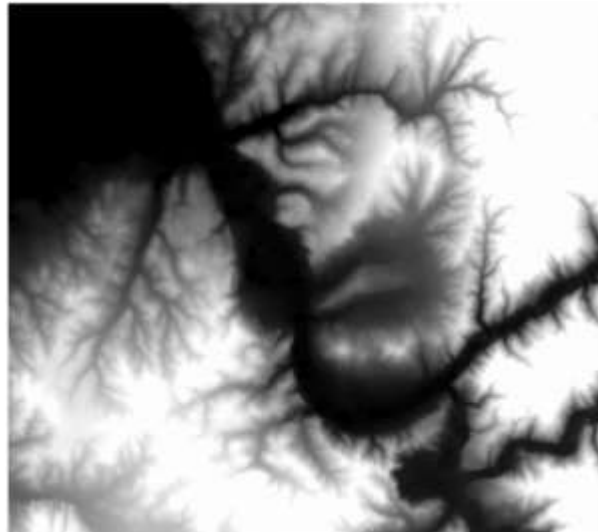
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala - Pré-Processamento

Ortorrectificação

Após a correção da orientação da imagem procedeu-se à sua ortorrectificação também com o módulo *Orthoengine* do software *PCI Geomatica*.

Recorreu-se a um modelo digital de elevação resultante dos MNT da planta topográfica na escala 1:10 000, com a conversão para o *Datum73-C*.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

- Pré-Processamento

Os resultados da ortorrectificação foram testados para 6 Pontos de Controlo Independentes, com os resultados que se apresentam na tabela:

Identificação dos pontos de controlo	Coordenadas Ortoimagem		Coordenadas Ortofoto		Diferença entre Coordenadas	
	M_i	P_i	M'_i	P'_i	$M_i - M'_i$	$P_i - P'_i$
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	-25708.68	59457.72	-25708.96	59457.54	-0.28	-0.18
2	-23079.38	59379.16	-23079.50	59379.41	-0.12	0.25
3	-23436.96	61040.58	-23437.23	61040.65	-0.27	0.07
4	-26320.04	61753.72	-26320.21	61753.90	-0.17	0.18
5	-22498.85	58885.31	-22498.90	58885.55	-0.05	0.24
6	-27832.02	58518.10	-27831.87	58518.79	0.15	0.69
				Média	-0.12	0.21
				Desvio Padrão	0.16	0.28
				EQM	0.19	0.33

Nota: Valores estabelecidos pelo IGP para execução de cartografia na escala 1:10.000: Apoio Fotogramétrico para a Planimetria, EQM < 0.40 m.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

I – Introdução

II – Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

→ **III – Interpretabilidade**

IV – Atualização da cartografia 1:10 000

V – Conclusões gerais



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

Imagens captadas no mesmo dia de Abril na mesma órbita.

Luzern (CH)



Greek village (Nisyros)





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

A Escala Nacional da Classificação da Interpretabilidade das Imagens dos EUA (National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS))

- É uma escala baseada em tarefas.
- Pode ser usada para classificar imagens adquiridas por vários sistemas.
- Pretende caracterizar a informação que é possível extrair de uma imagem, quantificar a interpretabilidade e utilidade de uma imagem.
- Resultou do facto de medidas físicas de qualidade de imagem, tais como escala e resolução, não fornecerem informação útil sobre o conteúdo informativo da imagem.
- Consiste em 10 níveis graduados de 0 a 9, com várias tarefas de interpretação ou critérios para cada nível.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

- A escala *civil NIIRS* é uma escala que tem 9 níveis, está graduada de 0 a 8, mas com aplicação na área do ambiente e civil em geral.
- Está dividida em três categorias baseadas nos seguintes tipos de tarefas de exploração das imagens:
 - *Natural*
 - *Agrícola*
 - *Urbana/Industrial*



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

Atribuição de um nível na Civil NIIRS

- 1- Considerámos toda a imagem *pansharpened* como zona de análise.
- 2- Avaliámos que tarefas se podiam realizar e objetos se podiam identificar na imagem;
 - 2.1- Se o objeto/tarefa não constava na imagem, inferimos se o critério podia ou não ser cumprido.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

Nível	Tarefa	Identifica		Nível Civil NIIRS	Observações
		Sim	Não		
NÍVEL 0	1 A interpretabilidade da imagem está condicionada por obscurecimento, degradação ou baixa resolução.		N	0.0	
NÍVEL 1	2 Detecta vias de comunicação (estradas ou linhas de comboios), mas não distingue entre eles.	S		1.3	
	3 Detecta grandes auto-estradas e pontes de comboio por cima de água.	S		1.7	
	4 Detecta auto-estradas de múltiplas pistas.	S		1.9	
	5 Detecta um campo de golfe.	S		1.9	
NÍVEL 2	6 Identifica os principais padrões de ruas em áreas urbanas.	S		2.3	
	7 Identifica grandes tanques de armazenamento de petróleo, óleo ou lubrificantes.	S		2.5	
	8 Identifica quarteirões numa área metropolitana.	S		2.6	
	9 Identifica grandes edifícios como multi-ala.	S		2.7	
	10 Identifica uma ponte de duas faixas por cima de água.	S		2.7	
	11 Identifica navios de 750 m de comprimento pelo tipo (mercante, de combate) num porto conhecido.			2.7	Não existem na zona em estudo
	12 Detecta troços de linhas de caminho de ferro com seis ou mais linhas.	S		2.8	
	13 Detecta grandes áreas de remoção do coberto ou clareiras				



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

Equação Geral da Qualidade da Imagem (GIQE)

Para definição da Escala NIIRS, avaliou-se subjetivamente a qualidade de amostras de imagens, que foram ordenadas da menos para a mais útil e depois atribuiu-se uma escala quantitativa às imagens classificadas.

Os parâmetros dos sensores de um conjunto das amostras das imagens foram comparados, através de um modelo de regressão linear, com os valores da NIIRS e assim surgiu a *Equação Geral da Qualidade da Imagem (General Image Quality Equation (GIQE))*.

A GIQE permite prever a avaliação de uma imagem na escala NIIRS dados os parâmetros dos sensores.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

As imagens *QuickBird* vêm classificadas com um nível designado por *PNIIRS (Predictable NIIRS)*.

O *PNIIRS* é uma previsão da qualidade média da imagem na escala *NIIRS*, determinada pela *GIQE*.




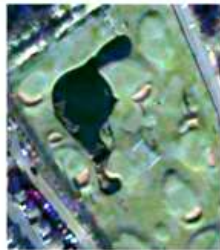

Nos ficheiros *ISD* que acompanham as imagens *QuickBird* com que vamos trabalhar, consta que o *PNIIRS* da imagem multiespectral é de 2,9 e o da imagem pancromática é de 4,8.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Interpretabilidade

2 - Detecta vias de comunicação (estradas ou linhas de comboios), mas não distingue entre eles.	3 - Detecta grandes auto-estradas e pontes de comboio por cima de água.
	
4 - Detecta auto-estradas de múltiplas pistas.	5 - Detecta um campo de golfe.
	
6 - Identifica os principais padrões de ruas em áreas urbanas.	7 - Identifica grandes tanques de armazenamento de petróleo, óleo ou lubrificantes.
	

Pela análise da tabela, concluímos que a imagem fusão da imagem pancromática com a imagem multiespectral tem o nível 5,1 da escala *Civil NIIRS*.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

I – Introdução

II – Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

III – Interpretabilidade

→ **IV – Atualização da cartografia 1:10 000**

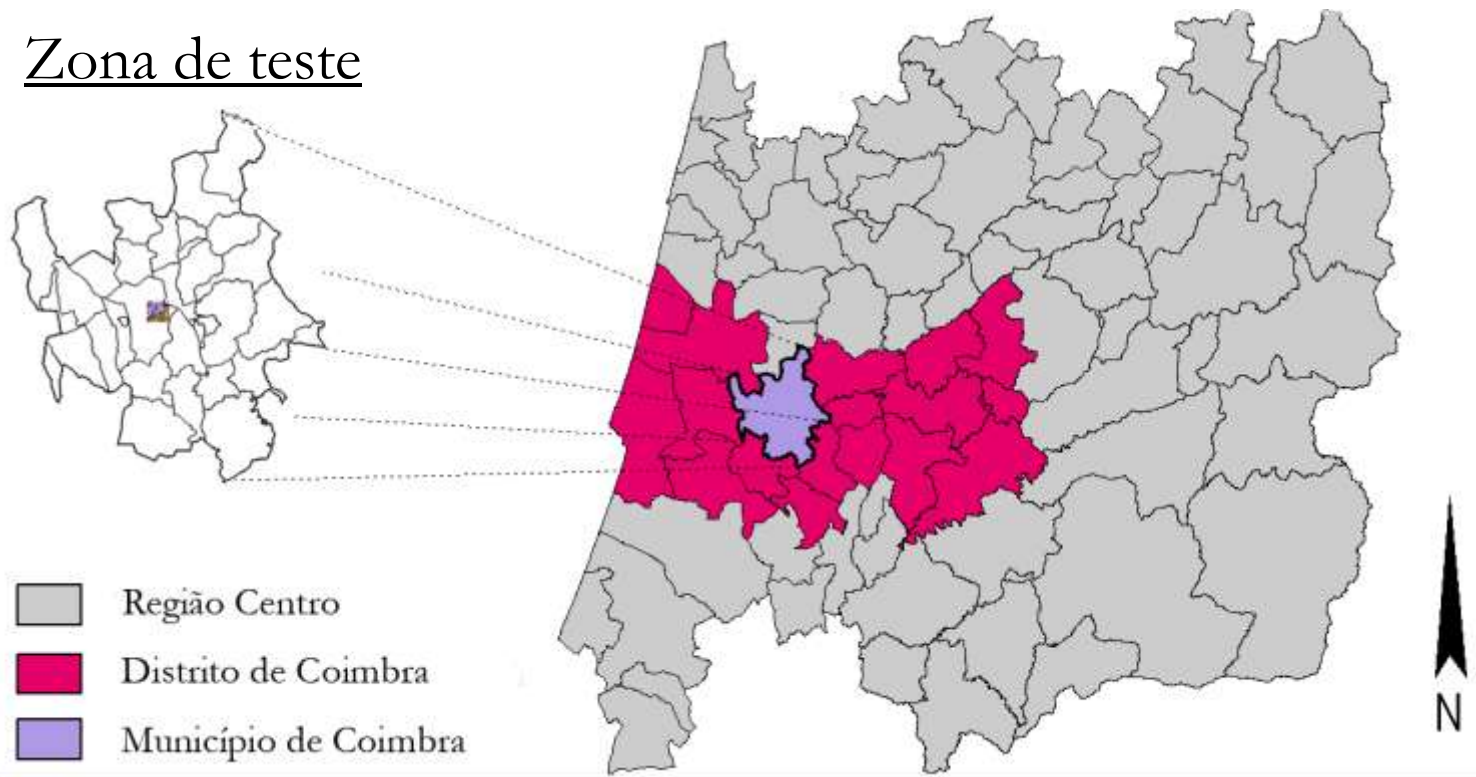
V – Conclusões gerais



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Zona de teste



- A zona de estudo tem uma área aproximada de 2,5 km² e tem características urbanas e de ruralidade.
- O relevo é moderado variando as cotas ortométricas entre os 14 m, junto ao Rio Mondego e os 145 metros, a sul.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

A série cartográfica nacional 1:10 000 tem como objetivos principais:

- Dotar o país de cartografia básica digital vetorial, atualizada e em escala grande.
- Produzir informação suficientemente desagregada para servir o mais variado leque de utilizadores.
- Facilitar a integração dessa informação em sistemas de informação geográfica, sem exigir manipulações complexas dos dados.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

O catálogo de objetos da SCN10K

**NOME DO FICHEIRO
XXX_XGEO**

CÓDIGO				DESCRIÇÃO
Dom	Sub	Fam	Obj	
01				REDES DE APOIO, PONTOS E LINHAS NOTÁVEIS
	01			REDE GEODÉSICA
		02		SINAIS GEODÉSICOS
01	01	02	01	MARCO GEODÉSICO DE 1º ORDEM
01	01	02	02	MARCO GEODÉSICO DE 2º E 3º ORDEM

Objecto
Família
Sub-domínio
Domínio

Ex.: 01 01 02 01



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

- 13 Domínios:
 - Redes de apoio, pontos e linhas notáveis
 - Limites
 - Relevo
 - Construções
 - Áreas industriais e de serviços
 - Estruturas de transporte e abastecimento
 - Áreas de lazer e de recreio
 - Vias de comunicação
 - Áreas agrícolas e florestais
 - Hidrografia
 - Áreas com outras utilizações
 - Toponímia/Texto
- 61 Sub-domínios,
- 143 Famílias,
- 497 Objetos





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Exactidão e precisão posicionais

Exactidão e precisão posicionais para as escalas 1K, 2K, 5K e 10K		Escala da Carta / Escala do Voo	1:1 000 / 1:4 500	1:2 000 / 1:7 500	1:5 000 / 1:15 000	1:10 000 / 1:22 500
		Equidistância das curvas de nível	1,00	2,00	2,50	5,00
MNT (Nas escalas 1:1000, 1:2000 e 1:5000 tem a designação de MNTC)	Planimetria Digital	Grupo A - Desvio Planimétrico	0,00	0,00	0,00	0,00
		Grupo B - Desvio Planimétrico <=	0,18	0,30	0,75	1,50
		Grupo B - 90% dos desvios da amostra têm de apresentar um desvio $r < 1.517 \cdot EMQ$	0,27	0,45	1,25	2,30
	Planimetria - Saídas Gráficas	Grupo A - Desvio Planimétrico	0,30	0,60	1,05	1,50
		Grupo A - 90% dos desvios da amostra têm de apresentar um desvio <=	0,45	0,90	1,60	2,30
		Grupo B - Desvio planimétrico <=	0,40	0,80	1,40	2,00
		Grupo B - 90% dos desvios da amostra têm de apresentar um desvio <=	0,60	1,20	2,35	3,50

Valores em Metros

As percentagens de erros admissíveis para a Completude e para a Classificação dos objectos mantêm-se para todas as escalas no valor de 5%

O Catálogo de Objectos para a cartografia à Escala 1:1 000 e 1:5 000 é o mesmo da cartografia à Escala 1:2000

Encontram-se publicados na Internet os cadernos de Encargos Tipo para produção de cartografia à escala 1:2000 e 1:10000

Para as escalas 1:1000 e 1:5000 há que substituir os valores indicados para a 1:2000 pelos valores desta tabela para a 1:1000 ou 1:5 000

Nota:

Grupo A - Vértices Geodésicos, Pontos Fotogramétricos, Marcos da delimitação Administrativa (se existirem)

Grupo B - Elementos obtidos por processos fotogramétricos, topográficos e/ou digitalização



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Planimetria - Erros toleráveis

Grupo A:

0,00 metros de desvio planimétrico

Grupo B:

< 1,50 m, de desvio planimétrico

Precisão posicional, 90% dos desvios da amostra têm de apresentar um desvio $r < 1,517$ m (EMQ) e nenhum elemento pode apresentar um desvio superior a 2.30 m.

A percentagem de erros admissíveis para a Completude e para a Classificação dos Objetos é de 5%.

Para além disso, deve-se fazer uma coordenação no terreno de 30 pontos por cada 40.000 ha, com o mínimo de 30 pontos.

A representação gráfica para efeitos de análise topológica, tem de ser assegurada a 100%.

Atingindo-se 10% de rejeições da amostra, rejeita-se a totalidade.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Metodologia Aplicada

- Para avaliar o conteúdo semântico (omissões e comissões) recorreu-se a uma Matriz de Erro.
- Para avaliação do rigor planimétrico dos objetos digitalizados recorreu-se ao Erro Quadrático Médio, tendo como referência os MNT existentes na Câmara Municipal de Coimbra, que para este efeito se consideraram como absolutamente corretos.

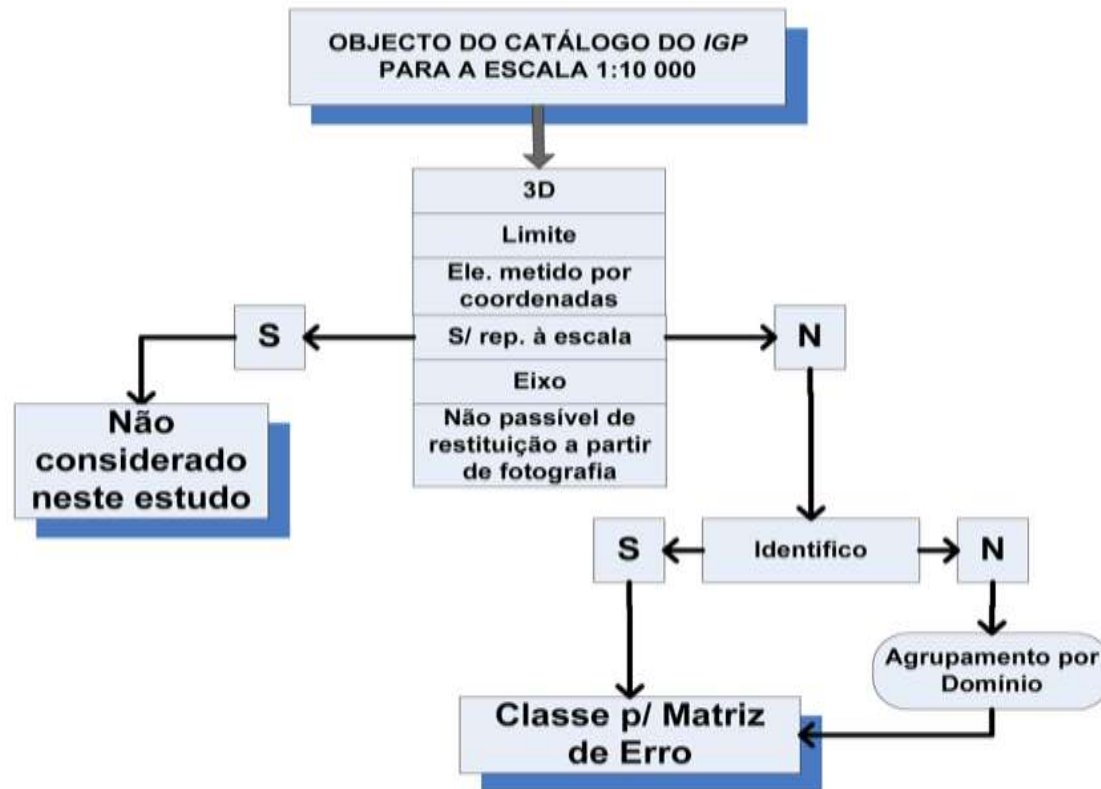




UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Determinação das classes da Matriz de Erro



A Matriz de Erro ficou com 71 classes (63 classes + 8 domínios)



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Determinação dos desvios planimétricos

- 1 – Limpámos o ficheiro CAD, com a zona de teste;
- 2 – Exportámos por classes (estratos) as coordenadas de todos os vértices dos objectos constantes no ficheiro;
- 3 – Determinámos o número de vértices a testar para cada estrato, por amostragem proporcional, num total de 50 vértices.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Restituição

Restituímos as construções, as construções em geral, as vias duplas eletrificadas, as vias de comunicação, a hidrografia 2d, o cemitério, o rio navegável...

Não restituímos elementos lineares, tais como vedações, muros de cantaria e alvenaria, cabos de condução de eletricidade e alguns elementos pontuais, como postes de alta-tensão...

Pode-se dizer que a combinação RGB= (*red, NIR, green* (3,4,2)), foi a que ofereceu melhores resultados na restituição.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Atualização da cartografia 1:10 000

Os desvios planimétricos foram determinados através da fórmula:

$$Desvios = \sqrt{(M - M')^2 + (P - P')^2}$$

Em que (M, P) são as coordenadas retangulares dos vértices dos objetos do MNT e (M', P') são as coordenadas provenientes dos vértices dos objetos homólogos provenientes da restituição.

Estes desvios, dão-nos um Erro Quadrático Médio de 3,2 m, o que está muito acima da tolerância do IGP.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Actualização da cartografia 1:10 000

Da Matriz de Erro, concluimos:

Precisão Global: 84,91 %

Precisão do Utilizador: 71,2 %

Precisão do Produtor: 19,1 %

Para que esta folha fosse aceite provisoriamente, as Precisões Global, do Utilizador e do Produtor teriam de ser superiores a 80%.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

I – Introdução

II – Imagens de sensores espaciais para cartografia de grande escala

III – Interpretabilidade

IV – Atualização da cartografia 1:10 000

→ **V – Conclusões gerais**



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais

Por interpretação visual e monorestituição, numa imagem NIIRS 5.1 podemos restituir:

- Vias de comunicação, linhas de caminho de ferro, edifícios, rios, linhas de água (nalguns casos).
- Em geral, não nos parece ser possível restituir: Muros, vedações, limites de propriedades, linhas de transporte de eletricidade.





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais

Dos 497 objetos do catálogo do IGP, concluímos que:

- 254 objetos à partida constariam do nosso trabalho.
- 57 objetos, podem ser restituídos e identificados corretamente.
- 181 objetos, são restituíveis mas só são identificados na completagem.

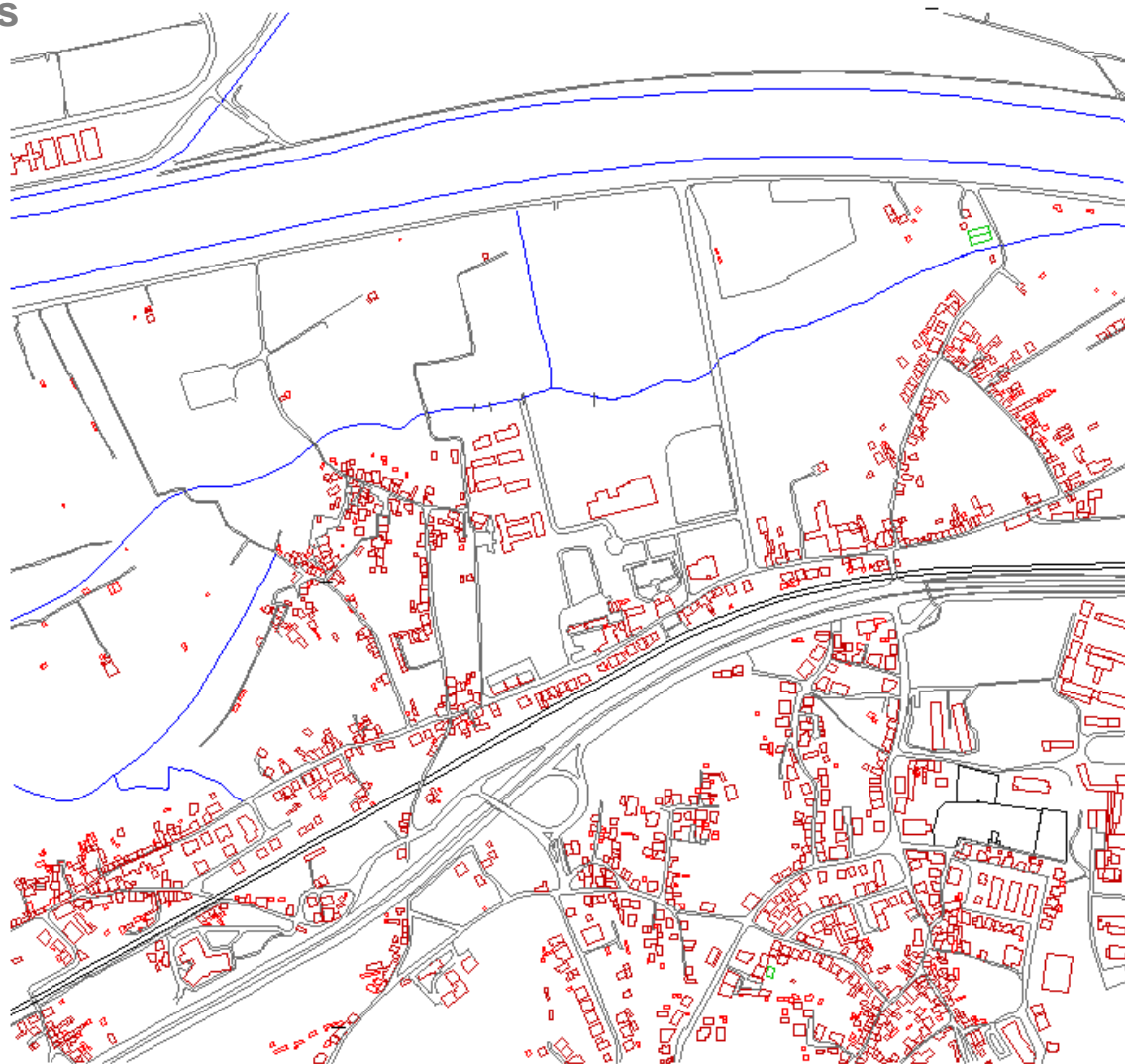
CONCLUSÃO: Em determinadas condições podemos restituir cerca de 97% do Catálogo de Objetos da SCN10K





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais



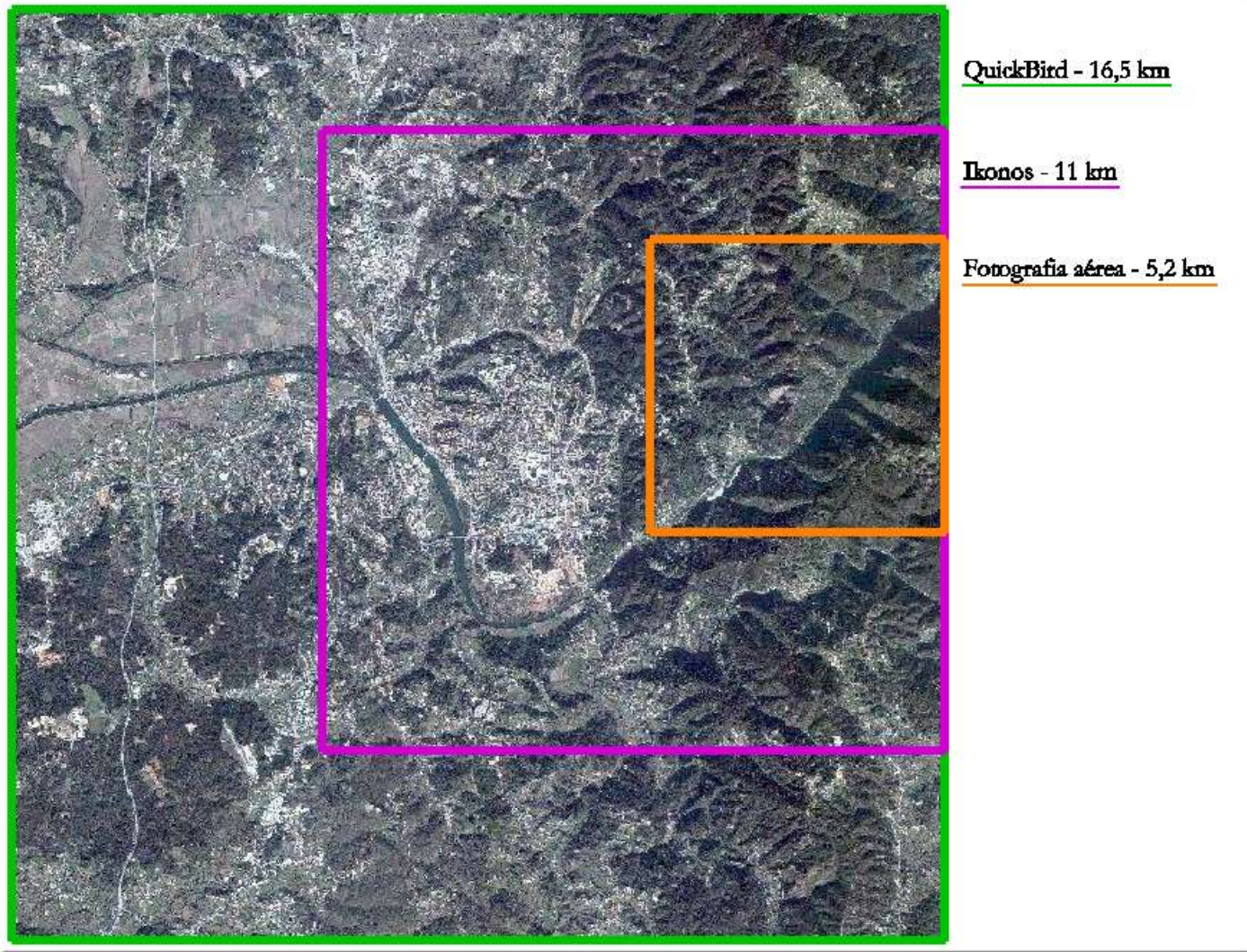
A Deteção Remota como um instrumento de gestão e apoio à decisão





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais

PLATAFORMAS ESPACIAIS	
VANTAGENS	INCONVENIENTES
1. Capacidade de observação sobre uma larga zona da Terra.	1. Grande distância ao objeto.
2. Boa relação preço/qualidade.	2. Sofre todos os efeitos da atmosfera.
3. Órbitas não influenciáveis pela atmosfera.	3. Resolução limitada.
4. Cobertura terrestre global.	4. Órbitas fixas temporal e espacialmente.
5. Resoluções utilizáveis para a cartografia até 1/5.000.	5. Tecnologia a bordo inalterável.
6. Adaptáveis a fins militares.	6. Quase impossibilidade em resolver problemas técnicos a bordo.



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais

PLATAFORMAS AEROTRANSPORTADAS	
VANTAGENS	INCONVENIENTES
1. Visão nadiral.	1. Maior afastamento da vertical do eixo ótico .
2. Estabilidade (Atitude) satisfatória em voo.	2. Maiores variações de escala.
3. Adequação da velocidade à escala do levantamento.	3. Correção eventual da esfericidade da Terra.
4. Velocidade e potência de subida apreciável.	4. Desvios resultantes da perspetiva (atitude) de voo.
5. Grande autonomia.	5. Deformações resultantes da instabilidade.
6. Adequação do levantamento aos objetivos 6.1. Escolha da escala e do grau de sobreposição (para fiadas). 6.2. Determinação da zona a ser coberta. 6.3. Escolha da época e hora do levantamento. 6.4. Opção pelo tipo de sensor / plataforma.	



UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais

Considerando:

- Que atualmente as câmaras aéreas digitais também tiram fotografias em infravermelho;
- Os preços envolvidos;
- A inexistência nas Câmaras Municipais de software específico, o qual tem por vezes um valor significativo para o rendimento que proporciona num contexto Municipal;
- A dificuldade em “transportar” numa rede informática (intranet municipal, por exemplo) imagens de grande dimensão, na ordem dos gigabytes;





UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Conclusões gerais

Entendo que, num país com as características de Portugal, atualmente não é muito vantajosa a aquisição de imagens de satélite.

Aguardo com alguma expectativa os desenvolvimentos nesta área.





Conclusões gerais

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NUM CONTEXTO
MUNICIPAL: *Atualização da cartografia 1:10 000*

Obrigada!

virginia.manta@cm-coimbra.pt



Ordem dos Engenheiros
REGIÃO NORTE

A Deteção Remota como um instrumento de gestão e apoio à decisão